



## מיליוני סיבות מיקרוביאליות לצחצוח שיניים

Abigail Shahr Gancz<sup>1\*</sup>, Sterling Wright<sup>1</sup>, Nicole E. Moore<sup>1</sup> | Laura S. Weyrich<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>אוניברסיטת המדינה של פנסילבניה (PSU), סטייט קולג', פנסילבניה, ארה"ב  
<sup>2</sup>המרכז האוסטרלי לדני"א עתיק, אוניברסיטת אדלייד, אדלייד, אוסטרליה הדרומית, אוסטרליה

### סוקרים צעירים

GUS

גיל: 13



NAYAN

גיל: 13



SANDHYA

גיל: 15



SANJANA

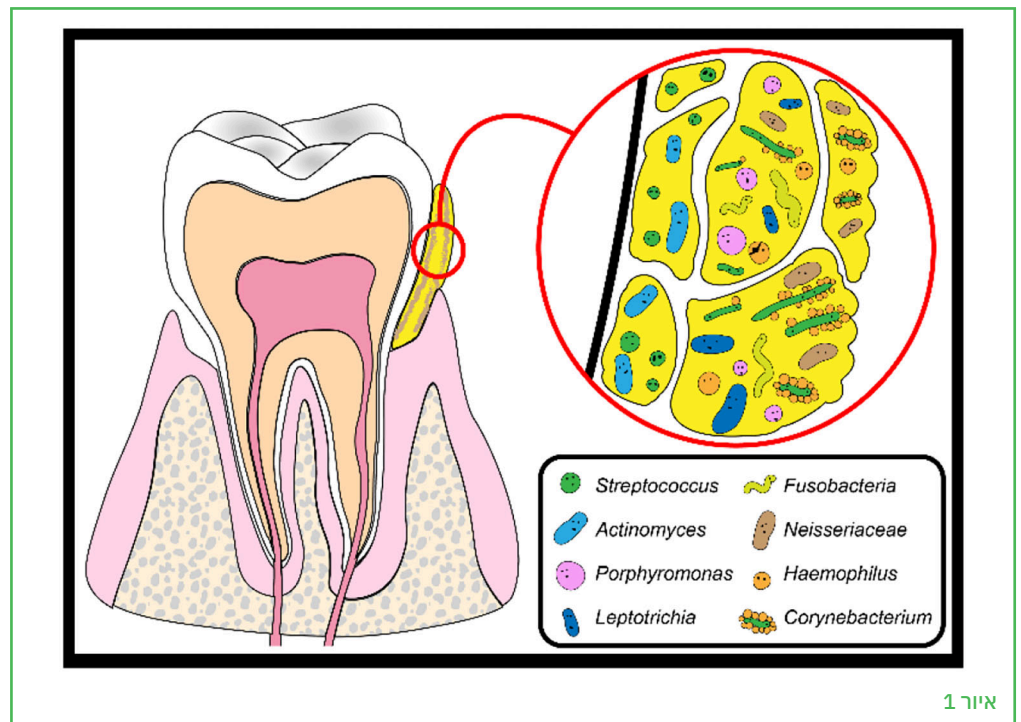
גיל: 14



בִּפְּהַּ של כל אחד ואחת מאיתנו חיים מיליוני יצורים זעירים הנקראים מיקרואורגניזמים. לכל אחד מהם תפקיד מוגדר וייחודי. לדוגמה, ישנם מיקרואורגניזמים שמסייעים לעכל מזון, ואחרים שמגינים מפני זיהומים מסוכנים. חלק מהמיקרואורגניזמים מגיעים מהורכים, חלקם מאוכל שאתם אוכלים, ואחרים מצטברים כשאינכם מצחצחים את השיניים. כל המיקרואורגניזמים הללו זקוקים למזון. המיקרואורגניזמים ה'טובים' תורמים לבריאות הפה, ואוהבים לאכול ירקות, פירות ודגנים. המיקרואורגניזמים ה'רעים' אוהבים סוכר. כשאוכלים יותר מדי סוכר, המיקרואורגניזמים ה'רעים' עלולים לגרום לכאבים בפה. הם אפילו עלולים לגרום לכם לאובדן שיניים או לדימום בחניכיים. למרבה המזל, צחצוח שיניים עוזר לחסל את החיידקים המזיקים. למרות שאנו יודעים לא מעט על המיקרואורגניזמים שמצויים בפה, ישנם דברים רבים שאיננו יודעים, ואנו ממשיכים לחקור כדי לגלות.

## היצורים הזעירים שמאכלסים את הפה

מיליוני יצורים זעירים וכמעט בלתי נראים חיים בפה של כל אחד ואחת מאיתנו. מדענים מכנים אותם **מיקרואורגניזמים**. יצורים אלה זוחלים סביב הלשון, חיים על השיניים ומחפשים מזון על החך. ברגע זה, ישנם יותר מ-200 זנים שונים של מיקרואורגניזמים בפיות שלכם! היצורים הקטנים האלה מגיעים במגוון כמעט אינסופי של צורות וגדלים, בכלל זה אטריות מסולסלות; כדורי-סל; נקניקיות, ואפילו רובוטים קטנים (איור 1). לחלקם יש זנב, שנקרא שוטון, שבעזרתו הם זזים ממקום למקום, בעוד אחרים מייצרים ריר שמזכיר דבֶּק, כדי לוודא שהם וחבריהם יוכלו להידבק למשטחים.



איור 1

זהו עולם מזערי להדהים – כל מיקרואורגניזם קטן פי מאה מתא אחד של הגוף, ואפילו קטן יותר מראש של סיכה. העולם הזה, בדומה לעיר או ליישוב שבהם אתם גרים, מהווה קהילה; לכל מיקרואורגניזם יש תפקיד מסוים שעליו לבצע. מדענים מכנים כל קהילה כזו **מיקרוביום**. זהו אוסף של סוגים שונים של מיקרואורגניזמים הכולל חיידקים; חיידקים קדמונים שנקראים 'אַרְכֵּאוֹנִים'; נגיפים; פטריות; שמרים וטפילים. כל אלה משתפים פעולה וחיים יחד במקום מסוים.

## איך המיקרואורגניזמים האלו הגיעו לפיות שלכם?

המיקרוביום שנמצא בפה מורכב להפליא, ומשתנה לאורך החיים. אם נמשיך לדמיין את המיקרוביום כעיר אנושית, ישנן שכונות מובחנות על הלשון, על השיניים, על הלחיים ועל החניכיים של בני האדם, ואפילו בנוזל הרוק. השכונות האלה נבנות לאט לאורך הזמן. מאז שנולדתם, מיקרואורגניזמים שונים 'תופסים טרמפ' על האוכל שאתם אוכלים, קופצים לתוך פיותכם מהפיות של אימהותיכם, או מחליקים פנימה על גרגירי אבק

### מיקרואורגניזם (Microorganism)

אורגניזם חי זעיר שניתן לראות רק בעזרת מיקרוסקופ. חיידקים; נגיפים; פטריות; שמרים וטפילים הם כולם מיקרואורגניזמים.

### איור 1

המיקרוביום של חלל הפה ברובד השיניים (פֶּלֶק) שעל השן. סוגים רבים של מיקרואורגניזמים פועלים יחד כדי ליצור קהילות מורכבות, בחלקים שונים של הפה. הפֶּלֶק הוא ציפוי דביק של מיקרואורגניזמים שחיים על פני השן (צהוב). הוא מורכב להפליא, ונכון להיום, חוקרים עדיין מנסים לגלות כיצד מיקרואורגניזמים אלה מתפקדים יחד. מקרא (מלמעלה למטה, ומשמאל לימין): סֶטְרֶפְטוֹקוֹקוּס, אֶקְטִינוֹמִיֶּס, פּוֹרְפִירוֹמוֹנַס, לֶפְטוֹטְרִיכְיָה, פּוֹזִיבֶּקְטֵרְיָה, נִיֶּסְרִיאַצְיָה, הֶמוֹפִילִיוֹס, קוֹרִינֶבְקֵטְרִיִּים.

### מיקרוביום (Microbiome)

כָּלל המיקרואורגניזמים החיים באזור מסוים, עם החלבונים או הכימיקלים המייחדים את אותו אזור.

מהאוויר. בתחילה, רק סוגים מסוימים של מיקרואורגניזמים, שאותם נכנה 'חלוצים', יכולים לשרוד. אך כאשר החלוצים מתמקמים, הם משנים את הסביבה של שכונתם בדרכים מסוימות, שמאפשרות למיקרואורגניזמים אחרים להצטרף אליהם. בדיוק כפי שבני אדם חלוצים שינו בעבר את השקמה באופן שאפשר לבנות ערים, כך זן של חיידק שנקרא 'סטריפטוקוקוס' (*Streptococcus*) בונה משטחים דביקים בפה, המאפשרים לחיידקים אחרים, כמו 'אקטינומיצס' (*Actinomyces*), להדביק את עצמם ולעבור לגור שם [1].

## מה המיקרואורגניזמים הללו עושים?

לאורך הזמן, שכונות שונות מתמלאות בכל מיני סוגים של מיקרואורגניזמים, אשר מבצעים תפקידים מגוונים במטרה להבטיח שהקהילה כולה תתפקד כראוי [2]. חלק מהמיקרואורגניזמים מתפקדים כחקלאים, ומאתחלים את תהליך העיכול כדי לעזור לנו להשיג את מרב האנרגיה מהמזון (למשל, ה'לקטובצילוס' *Lactobacillus*). אחרים מתפקדים כשומרים שמגינים על המחסומים הקיימים בינינו ובין סביבתנו, ומונעים מכימיקלים מסוכנים, מרעלנים, ואפילו ממיקרואורגניזמים פולשים להתמקם בפה (למשל, ה'סטריפטוקוקוס'). יש כאלו שאף מתפקדים כשוטרים, ועוזרים למנוע ממיקרואורגניזמים מסוכנים לגרום לזיהומים ולמחלות [3]. החוקרים בודקים מה היצורים האלו עושים כל יום; הם בוחנים את החלבונים שהמיקרואורגניזמים מייצרים או את ההוראות שיש להם לביצוע משימות מסוימות (דנ"א).

## כאשר מיקרואורגניזמים עוברים לצד של הרעים'...

רבים מחברינו המיקרואורגניזמים שומרים על בריאותנו, אבל כשאנו אוכלים הרבה סוכר, שוכחים לצחצח שיניים או לא הולכים לרופא השיניים, חלק מהמיקרואורגניזמים בפה עלולים להפוך מזיקים. למשל, יש חיידקים שאוהבים ממתקים, וכשנותרים להם מספיק סוכר הם מתחילים לגדול מהר מאוד. תוך כדי גדילה הם מייצרים חומצה שהורסת את האַמיל של השן (השכבה החיצונית הלבנה והקשה שמגינה על השן). נזק זה גורם לחורים שחורים בשיניים, הידועים גם כעֶשְׂשֶׁת (איור 2). העששת עלולה לחשוף את העצבים שמצויים בתוך השן, ולגרום לכאב. אם לא מטפלים בעששת, חיידקים מזיקים אחרים עשויים להיכנס לתוך השן, והשן עלולה להזדהם עד כדי כך שאפילו יהיה צריך לעקור אותה.

חיידקים מזיקים עלולים לגרום גם לבעיות בריאותיות אחרות בפה, כמו דלקת חניכיים ודלקת מסב השן (איור 2). דלקת חניכיים מתרחשת כאשר חיידקים מזיקים גורמים לדלקת או לדימום בחניכיים. בדרך כלל, הדלקת מתפתחת כאשר חיידקים גדלים בקבוצות גדולות ויוצרים רובד חיידקי בין השיניים וסביבן, המכונה פֶּלֶק . פלאק עלול לשנות את מערכת החיסון בגוף, כך שתתקוף בטעות את החניכיים, ותגרום להֶרָס בלתי מכוון של רֶקְמַת החניכיים. כאשר לא מטפלים בה, דלקת חניכיים עלולה להחמיר ולהתפתח לדלקת מסב השן. זהו זיהום חמור בחניכיים אשר עלול להוביל לאובדן שיניים ולמחלות אחרות. בני נוער נמצאים בסיכון גבוה לפתח דלקת מסוג זה, כיוון שבגיל ההתבגרות ישנה זרימה מואצת של דם לחניכיים, ורגישות לזיהומים חיידקיים.

### אֶמֶל

#### (Enamel)

השכבה החיצונית של השן. היא קשה ומבריקה, ועוזרת להגן על השיניים מפני ריקבון.

### עששת

#### (Cavity)

אזור באַמיל שבו נוצר נזק בלתי הפיך, אשר עלול להוביל לזיהומים חמורים יותר. עששת נקראת גם ריקבון שן, או פשוט חור בשן.

### דלקת חניכיים

#### (Gingivitis)

שלב מוקדם של מחלת חניכיים. ניתן לרפאה באמצעות טיפול טוב יותר בחלל הפה. לעיתים, החניכיים עשויות להיות אדמוניות ורגישות.

### דלקת מסב השן

#### (Periodontitis)

זיהום חניכיים שכיח וחמור, המכונה גם מחלת חניכיים, אשר מזיק לחניכיים ואם לא מטופל עלול לגרום לאובדן שיניים. נמצא כי יש קשר בין דלקת מסב השן לבין אירוע מוחי (שבץ), סוכרת, השמנת יתר ומחלות לב.

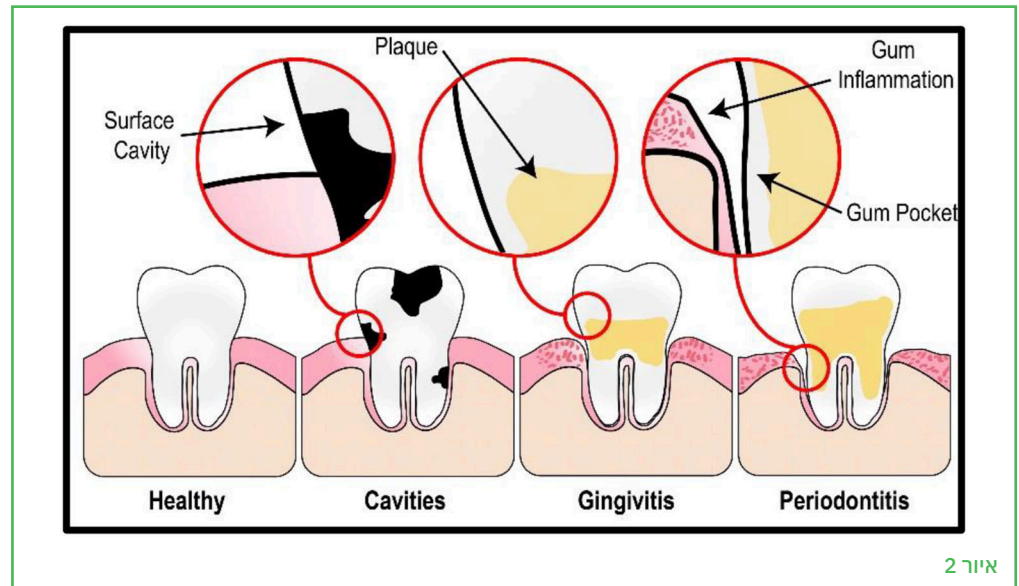
### פֶּלֶק

#### (Plaque)

שכבה של מיקרואורגניזמים המצטברת על השיניים. עם הזמן, הפלק מקנה לשיניים גוון צהבהב או חום.

## איור 2

סוגים שונים של מחלות פה. עששת, דלקת חניכיים ודלקת מסב השן הן מחלות פה לא נעימות המתרחשות כאשר מיקרואורגניזמים הופכים מזיקים. אז הם פוגעים בנו באמצעות הרקבת שיניים (עששת), או על ידי גירוי הרקמות הרכות בפה והסבת נזק להן (דלקת חניכיים ודלקת מסב השן). מקרא (מלמעלה למטה ומשמאל לימין):  
 Surface Cavity = חור על פני השטח  
 Plaque = פֶּלֶק  
 = Gum inflammation  
 דלקת חניכיים  
 Gum pocket = כיסי חניכיים  
 Healthy = שיניים בריאות  
 Cavities = עששת  
 Gingivitis = דלקת חניכיים  
 Periodontitis = דלקת מסב השן.



איור 2

נוסף על עששת ודלקת מסב השן, חיידקים בחלל הפה עלולים גם לתרום להיווצרות מחלות אחרות מחוץ לחלל הפה. חיידקים מזיקים שמצויים בתוך הפה עלולים לברוח מִשֵּׁם ולנוע לתוך המעיים, הריאות, הלב והמוח. הם גם עלולים לייצר רעלנים ותרכובות מזיקות אחרות שגורמות לבעיות מחוץ לחלל הפה. כאשר מיקרואורגניזמים שחיים בתוך הפה נמצאים במקום הלא נכון, הם עלולים לתרום להתפתחות מחלות כמו סרטן המעי הגס, מחלות לב וריאות, דלקת מפרקים ואפילו למחלת אלצהיימר. לדוגמה, חיידק מזיק בשם פורפירומונס ג'ינג'יוואליס (*Porphyromonas gingivalis*) עלול לתרום להתפתחות מחלת אלצהיימר על ידי ייצור רעלנים שנעים מחלל הפה אל המוח. כל המחלות האלו מדגישות את העובדה שחשוב מאוד לטפל בחלל הפה. כך ניתן לצמצם את מספר החיידקים המזיקים שמצויים שָׁם.

## האם למישהו נוסף יש מיקרוביום פה כמו שלכם?

אם אתם אוכלים אותם מאכלים כמו חבריכם, האם לכולכם יהיו אותם מיקרואורגניזמים בפה? האם יש לכם מיקרואורגניזמים זהים לאלו של הוריהם או של האחים והאחיות שלכם? התשובה לכך מורכבת. מדענים גילו כי מה שאנשים אוכלים; הרקע המשפחתי שלהם; המגדר; מקום הלידה והשמירה על ניקיון חלל הפה, כולם ממלאים תפקיד ביצירת המיקרוביום של הפה [4]. עוד התגלה כי אנו חולקים מיקרואורגניזמים עם בני משפחותינו. לדוגמה, לִבְנֵי ה'בֵּטוּה' – קבוצת אנשים החיים באוגנדה שבאפריקה, אשר צדים ומלקטים את המזון שלהם – יש מגוון גדול יותר של מיקרואורגניזמים בפה מאשר לאנשים אחרים שמגדלים את המזון שלהם, או קונים אותו. אנו גם יודעים כי כמות השומן, הסוכר והקפה שאדם צורך, עשויה להשפיע על החיידקים שבפיו. חוקרים אף זיהו גורמים אחרים, כמו גנטיקה ועישון, המעודדים סוגים מסוימים של חיידקים לחיות בפה. על אף שלכל אחד ואחת מכם יש מיקרוביום ייחודי לחלוטין בפה, אתם חולקים יותר מיקרואורגניזמים עם אנשים שחיים את חייהם באותה צורה כמוכם. עלינו להמשיך לחקור במטרה לגלות כיצד הסביבה, סגנון החיים והרקע המשפחתי משתלבים לעיצוב המיקרוביום של הפה.

## צְחָחוּ שִׁינִיִּים!

מחקרים עדכניים מצביעים על כך שצחצוח סדיר של השיניים מסייע למנוע מהמיקרואורגניזמים המזיקים לגדול יותר מדי, לפלוש לאזורים אחרים בגוף ולגרום נזק. צחצוח השיניים עוזר לצמצם את מספר החיידקים המזיקים, ותורם לבריאות הכללית של הגוף. אנו סבורים כי לאנשים שחיו לפני אלפי שנים היו פחות חיידקים מזיקים במיקרוביום [5], וכי שינויים משמעותיים בסגנון החיים בשנים האחרונות שינו את סוגי המיקרואורגניזמים שחיים בפיותנו, כנראה לרעה. ליתר דיוק, צריכה של סוכרים רבים ומזון מעובד, כמו גם שימוש באנטיביוטיקה, עשויים להסביר מדוע לאנשים שחיים כיום יש מספר רב יותר של חיידקים מזיקים. כיוון שקשה לשנות את סגנון החיים המודרני, עליכם להקפיד לצחצח את השיניים עם משחת שיניים, כדי שהחיידקים המזיקים האלו לא יצאו משליטה. משחת שיניים גם מכילה מינרל בשם 'פְּלוֹאוֹרִיד', המחזק את האֶמֶל שעל השיניים ויוצר שריון נוסף המסייע להגן על השיניים מפני חיידקים מזיקים. החוקרים מקווים שבאחד הימים נבין איך לעודד מיקרוביום בריא יותר בפה, כדי שלא יווצרו חורים בשיניים, ועששת תהפוך לנחלת העבר!

## מקורות

1. Welch, M. J. J., Rossetti, B. J., Rieken, C. W., Dewhirst, F. E., and Borisy, G. G. 2016. Biogeography of a microbiome at micron scale. *Proc Natl Acad Sci USA*. 113:E791–800. doi: 10.1073/pnas.1522149113
2. Kilian, M., Chapple, I. L. C., Hannig, M., Marsh, P. D., Meuric, V., Pedersen, A. M. L., et al. 2016. The oral microbiome—an update for oral healthcare professionals. *Br Dent J*. 221:657–66. doi: 10.1038/sj.bdj.2016.865
3. Doel, J. J., Hector, M. P., Amirtham, C. V., Al-Anzan, L. A., Benjamin, N., and Allaker, R. P. 2004. Protective effect of salivary nitrate and microbial nitrate reductase activity against caries. *Euro J Oral Sci*. 112:424–8. doi: 10.1111/j.1600-0722.2004.00153.x
4. Yang, Y., Zheng, W., Cai, Q., Shrubsole, M. J., Pei, Z., Brucker, R., et al. 2019. Racial differences in the oral microbiome: data from low-income populations of african ancestry and European ancestry. *mSystems* 4:e00639–19. doi: 10.1128/mSystems.00639-19
5. Adler, C. J., Dobney, K., Weyrich, L. S., Kaidonis, J., Walker, A. W., Haak, W., et al. 2013. Sequencing ancient calcified dental plaque shows changes in oral microbiota with dietary shifts of the neolithic and industrial revolutions. *Nat Genet*. 45:450–5.e1. doi: 10.1038/ng.2536

פורסם אונליין: 05 בנובמבר 2024

נערך על ידי: Vitor Engracia Valenti

מנחים מדעיים: Henk Giele, Praveen Juvvadi, I Beti Thompson

ציטוט: Gancz AS, Wright S, Moore NE | Weyrich LS (2024) מיליוני סיבות מיקרוביאליות לצחצוח שיניים. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.605224-he

Gancz AS, Wright S, Moore NE and Weyrich LS (2021) The Millions of מ: תורגם והותאם מ: The Millions of Microbial Reasons You Need to Brush Your Teeth. *Front. Young Minds* 9:605224. doi: 10.3389/frym.2021.605224

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © Gancz, Wright, Moore | Weyrich 2024. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרים צעירים

### GUS, גיל: 13

מרתק אותי לדעת כיצד דברים פועלים, בין אם מדובר בעולם הטבע או בדברים מעשה ידי אדם! אם חושבים על כך באמת, נכון שזה מוזר שהדברים אינם מבולגנים יותר?



### NAYAN, גיל: 13

קוראים לי Nayan ואני אוהב מאוד לשחק כדורגל, ונהנה לחתור בסירות מרוץ. אני מטיס מטוסים ורחפנים בשלט רחוק בשביל הכיף; רץ ורוכב על האופניים שלי כדי להתעמל. מדע זה כיף!



### SANDHYA, גיל: 15

השנה אני לומדת בכיתה י', ומתרגשת מאוד לקחת חלק בתוכנית הזו. אני אוהבת לגלות עוד על מדע, ומצפה לקרוא את המאמרים האלו. עובדה מצחיקה: יש לי כלב ששוקל 45 קילוגרם, ושמו אוֹרָאוּ!



### SANJANA, גיל: 14

קוראים לי Sanjana ואני אוהבת ללמוד! בין שאר תחביביי, אני אוהבת לקרוא ספרי מסתורין; לצפות בסרטים; לפתור קוביות הונגריות ולרכוב על אופניים. בעתיד, אני מקווה להיות עורכת דין ולטייל ברחבי העולם!



## הכותבים



### ABIGAIL SHAHAR GANCZ

Abby היא דוקטורנטית בשנה השנייה ללימודיה באוניברסיטת המדינה של פנסילבניה. היא היגרה לארה"ב, ויש לה שני אחים. מקדישה זמן רב לבחינת שלדים עתיקים של בני אדם, כדי לנסות להבין למה לאנשים שונים היו סיכויים שונים לחלות או למות בעבר. העצם האהובה עליה היא עצם הבריח (עצם הצוואר), והמיקרואורגניזם האהוב עליה הוא טרפונקמה פאלידום (חיידק אשר גורם למחלת העגבת).  
\*asg5573@psu.edu



### STERLING WRIGHT

Sterling הוא דוקטורנט באוניברסיטת המדינה של פנסילבניה שבסטייט קולג'. הוא נוסע ברחבי העולם כדי לחקור מיקרואורגניזמים ודנ"א בפלאק שנמצא על שיניהם של אנשים מתרבויות שונות. כיוון שכל כך הרבה אנשים סובלים מעששת ומדלקות מסב השן, Sterling מעוניין למצוא דרכים לשפר את בריאות הפה. כשאינו עובד, הוא נהנה לעסוק בספורט ולנגן.



### NICOLE E. MOORE

Nicole היא חוקרת ומנהלת מעבדה באוניברסיטת המדינה של פנסילבניה. התחילה את מסעה בעולם המדע בניו זילנד, ראשית בשימוש בגנטיקה לסיווג עכבישים, ולאחר מכן במחקר של נגיפים וקהילות נגיפים שפוגעים באנשים ובבעלי חיים. לאחרונה הצטרפה לתחום מחקר הדנ"א העתיק, תחילה באוסטרליה, עם ד"ר Weyrich, וכיום בארה"ב. היא מתמקדת בעיקר בצורה שבה המיקרוביום משתנה ומתאים את עצמו לאורך זמן בתרבויות שונות, ובדרכים שבהן באפשרותנו לחקור את השינוי הזה ולפעול לשיפורו. Nicole אוהבת לעסוק בספורט ונהנית לחקור את העולם הרחב.



### LAURA S. WEYRICH

Laura היא פרופסורית עמיתה במחלקה לאנתרופולוגיה (חקר האדם) באוניברסיטת המדינה של פנסילבניה. גדלה בחווה בדקוטה הדרומית, ואהבתה לרפואה ולעולם הסובב הובילה אותה ללמוד מיקרוביולוגיה ולהפוך פרופסורית. היא אוהבת לחשוב כיצד מיקרואורגניזמים משפיעים על חיי היומיום שלנו – מצחצוח שיניים, דרך אפיית לחם, ועד גידול צמחים – ולהבין כיצד ומדוע ניתן לשנות מיקרוביומים, כדי לשפר את בריאותנו. המחקר שלה כולל לרוב שילוב בין רפואה מודרנית, חקר הגנום העתיק, היסטוריה, מיקרוביולוגיה ואתיקה.

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים  
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس  
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK